

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev
ISSN 1609-1817
2017, Vol. 103, No. 4, pp. 218-226

SELECTION OF THE SYSTEM INFORMATIVE PARAMETERS FOR DISCRIMINATION ALTERNATIVE CONDITIONS OF THE DIESEL FUEL SYSTEM

Kropachek Olga Yuryevna, Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine, kropachek@ukr.net

Abstract. Measuring signals reflecting local processes of complex industrial aggregates contain important information about the long-term functional stability of such dynamic objects. However, it is a problem to detect such information in signals with a priori unknown transient probabilistic models. The possible solution is to create information technologies for the parametrization and normalization of random spectral changes in signals with significant limitations during observation. Such technologies will reduce the risks of decision making when monitoring and diagnosing the functional conditions of industrial, transportation and production facilities. Identifying regularities in transient random models means the acquisition of fundamentally new additional information on the functional properties of a dynamic object. That leads to the solution of many problems concerning objects identification and the optimal synthesis of computerized information systems under conditions of a prior uncertainty.

The article deals with mathematical models of the informative parameters construction in the form of cross-spectral correlation coefficients, which characterize the patterns of spectral non-transiency of high-frequency vibration signals. The efficiency of primary measuring transformations is shown in the form of statistics of accumulated sums, which adequately describe localized instantaneous velocities and vibration signals acceleration.

The results of the research provided a number of scientific results. The cumulative analysis of probabilistic model of the transient vibration signal allowed broadening the information capabilities of the known single-model T -statistics, which is used to detect changes in the instantaneous power of Gaussian random signals. For the first time mathematical models of improved V - and W -statistics were obtained. They are based on the T -statistics and take into account changes in cumulants of the fourth order, which makes it possible to use these models for vibrodiagnostics of non-Gaussian random measuring signals. Correlation analysis of a two-dimensional system wavelet spectrum of random V - and W -statistics allowed developing a mathematical model of the cross-spectral correlation coefficient, which carry diagnostic information on changes in the transient vibration signal wavelet spectra. The possibility of increasing the expected amount of information as a result of vibrodiagnostics is proved by taking into account the effects of spectral vibration signals transiency. The proposed probabilistic model of the cross-spectral correlation coefficient, in the form of a multiple Taylor series, allowed determining mathematical models according to the impact of changes in frequency, energy and stochastic properties of the V -statistics wavelet spectrum on cross-spectral correlation coefficient. This made it possible to control the effects of transient spectral periodic random vibration signals using the indicated effects for obtaining additional diagnostic information. The system of informative parameters developed on the basis of two-dimensional (on a scale and shift) model of the cross-spectral correlation coefficient for V - and W -statistics showed a high control and diagnostic efficiency, providing not only a decrease (up to 8 times) of the average risks, but also an increase in the statistical power of the decision making rule, especially for controlling prefault conditions dealing with random vibration signals. Using the algebraic model of dispersive analysis of cross-spectral covariates, according to frequency and time, allowed constructing an expanded system of a priori independent coefficients of cross-spectral correlation, providing a separate control over the functional (slow) and random (fast) changes in the transient spectral vibration signals. Such selectivity of vibration control makes it possible to expand the number of controlled technical conditions, without reducing the overall possibility of decision-making.

The hardware, algorithmic and software tools were developed and implemented, providing structural optimization of the computerized system for functional situational modeling and information provision as a part of armored vehicle in simulator complexes, which ensured an increase in the accuracy during the estimation of control signal levels.

Keywords: diesel, discriminant function, statistics, dispersion, spectral decomposition, correlation

УДК 681.518.54

Кропачек О.Ю.¹

¹Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков, Украина

ВЫБОР СИСТЕМЫ ИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ДИСКРИМИНАЦИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СОСТОЯНИЙ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЯ

Аннотация. Измерительные сигналы, отражающие локальные процессы сложных промышленных агрегатов, несут важную информацию о долговременной функциональной стабильности таких динамических объектов. Однако, обнаружить такую информацию в сигналах с априори неизвестными вероятностными моделями нестационарности – это проблема. Ее возможное решение – создание информационных технологий параметризации и нормирования случайных спектральных изменений сигналов при существенных ограничениях на время наблюдения. Такие технологии снизят риски принятия решений при контроле и диагностике функциональных состояний промышленных, транспортных, технологических объектов. Выявление закономерностей в случайных моделях нестационарности – это получение принципиально новой дополнительной информации о функциональных свойствах динамического объекта, способствующей решению многих проблемных задач идентификации объектов и оптимального синтеза информационных компьютеризированных систем в условиях априорной неопределенности.

Ключевые слова: дизель, дискриминантная функция, статистики, дисперсия, спектральное разложение, корреляция

Актуальность. Повышение достоверности и параметрической надежности функциональной диагностики вибрационных объектов, как сложных объектов со случайными динамическими свойствами является многоплановой, комплексной научной проблемой, решение которой определяется как объемом и точностью получения первичной измерительной информации, так и правильностью преобразования последней в логические выводы относительно фактического технического состояния объекта. В данной статье приведены результаты исследований при диагностике топливной системы дизельных агрегатов.

Целью статьи является повышение информационной эффективности и точности при диагностике альтернативных состояний топливной аппаратуры дизельных двигателей Д80 тепловозов ТГМ4 за счет оптимального выбора системы информационных параметров дискриминантной функции.

Основная часть. Оценка состояния топливной системы дизеля базируется на статистической обработке вибросигналов, поступающих из трубки топливного насоса высокого давления [1]. Такие сигналы механической вибрации (для состояния S_0 – норма и S_1 – нарушение нормы) представлены на рис. 1.

Диагностика состояния объекта исследования может быть оценена по значению коэффициента межспектральной корреляции $R_{\xi\eta}$ [2]:

$$R_{\xi\eta} = \frac{1 + (h_{\sigma}h_{\omega})^2 + (1 + h_{\omega}^2)Rh_{\sigma}}{\sqrt{(1 + h_{\sigma}^2 + 2Rh_{\sigma})(1 + h_{\omega}^2h_{\sigma}^4 + 2Rh_{\omega}^2h_{\sigma})}}, \quad (1)$$

где h_{σ} – отношение дисперсий спектров энергетической составляющей вибросигнала и дисперсий спектров изменения мощности вибросигнала,

h_{ω} – отношение частотных составляющих спектров энергетической

составляющей вибросигнала и дисперсий спектров изменения мощности вибросигнала,

R – парная линейная корреляция спектров, указанных составляющих

вибросигнала, полученного путем дискретизированного вейвлет-преобразования [3, 4]:

$$W_{g_n}(a_l, b_q)Z = \frac{a_l}{\sqrt{C_{g_n}|a_l|}} \cdot \sum_{k=1}^N z_k \left[g_{n-1}\left(\frac{t_{k-1}-b_q}{a_l}\right) - g_{n-1}\left(\frac{t_k-b_q}{a_l}\right) \right], \quad (2)$$

где $W_{g_n}(\bullet)Z$ – вейвлет-коэффициент, соответствующий величинам масштаба a_l и сдвига b_q при вейвлет-преобразовании процесса $Z(t)$,

$z_k = x_k$ (если $Z(t) = X(t)$),

$z_k = y_k$ (если $Z(t) = Y(t)$),

$g_{n-1}(t)$ – гауссовский материнский вейвлет $(n-1)$ порядка,

C_{g_n} – нормирующий множитель,

z_k – отсчеты (реализации) процесса $Z(t)$, $k = \overline{1, N}$.

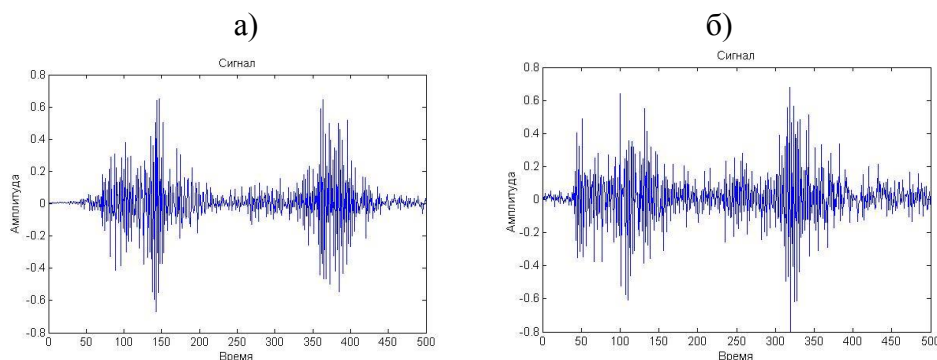


Рис. 1 – Вибросигналы, которые отвечают а) рабочему и б) неисправному состоянию форсунки дизельных двигателей
Fig. 1 – Vibro signals, which correspond to а) the working and б) faulty state of the diesel engine injector

При этом $R_{\xi\eta}$ используется для формирования двух подсистем информативных параметров (по масштабу a и по сдвигу b [5]. Изменения коэффициента $R_{\xi\eta}$ определяются сочетанием трех факторов, отражающих неслучайные, априори закономерные, динамические состояния вибросигнала (а, следовательно, и диагностируемого состояния объекта технического контроля). Количественно эти факторы задаются коэффициентами влияния b_σ , b_ω и b_R [2], отражая, соответственно, энергетические, частотные и корреляционно-временные

свойства вейвлет-коэффициентов двумерного спектрального разложения вибросигнала.

Каждая из подсистем информативных параметров может рассматриваться как соответствующее подмножество для фиксированных масштаба a_l и сдвига b_q , $b = \overline{1, L}$, $q = \overline{1, Q}$:

$$\begin{cases} R_{\xi\eta}^{(a_l)} = F(a_\eta / b_q \in \{b_1, \dots, b_Q\}) \\ R_{\xi\eta}^{(b_q)} = F(b_q / a_l \in \{a_1, \dots, a_L\}) \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{Подмножества } R_{\xi\eta}^{(a_l)} \text{ и } R_{\xi\eta}^{(b_q)} \quad (3)$$

позволяют получить

$$M = L + Q \quad (4)$$

информативных параметров, образующих вектор

$$\bar{X}^{(k)} = (x_1^{(k)}, \dots, x_M^{(k)}), \quad (5)$$

где k – номер альтернативного состояния ($k=0$ или $k=1$) объекта технического контроля.

При этом,

$$\begin{cases} \{x_l^{(k)}\}_1^L = \{R_{\xi\eta}^{(a_l)}\}_1^L; \\ \{x_q^{(k)}\}_{L+1}^{L+Q} = \{R_{\xi\eta}^{(b_q)}\}_{L+1}^{L+Q}. \end{cases} \quad (6)$$

Составляющие $x_1^{(k)}, \dots, x_M^{(k)}$ вектора \bar{X} (5) образуют множество $\{x_f^{(k)}\}_1^M$ (6), для которого выполняются условия

$$\begin{cases} \{x_l^{(k)}\}_1^L \subset \{x_f^{(k)}\}_1^M; \\ \{x_q^{(k)}\}_1^Q \subset \{x_f^{(k)}\}_1^M. \end{cases} \quad (7)$$

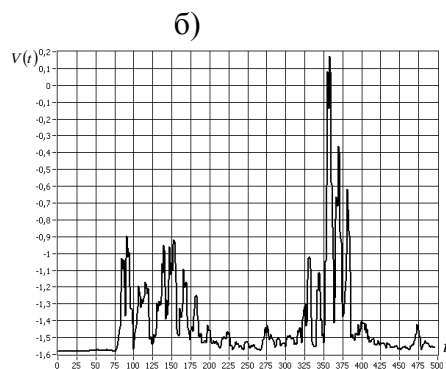
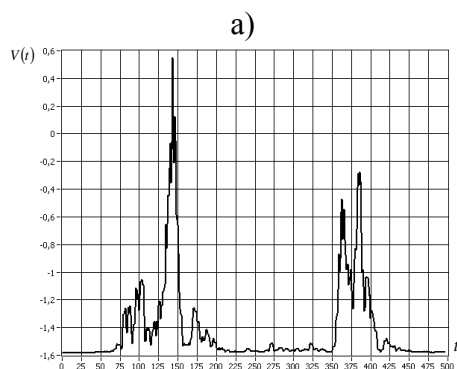
Следует отметить, что для L, Q, n (4) существуют следующие условия, определяющие их значения:

$$\begin{cases} L \geq 1; \\ Q \geq 1; \\ M \geq 2. \end{cases} \quad (8)$$

Если N – число отсчетов вибросигнала $x(t)$ и, соответственно, его производной $y(t)$, то любая из гармоник F_x или F_y (для суммарных мощностей ξ или η) определяется дискретизированным непрерывным вейвлет-преобразованием [4]

Проанализируем дискриминирующие свойства вектора \bar{X} , использующего, в качестве своих составляющих, подмножества $\{R_{\xi\eta}^{(a_l)}\}_1^L$ и $\{R_{\xi\eta}^{(b_q)}\}_1^Q$ коэффициентов межспектральной корреляции процессов $V(t)$ и $W(t)$. Процессы $V(t)$ и $W(t)$, получены квадратичным и дифференцирующим преобразованиями $x(t)$ для двух технических состояний S_0 и S_1 (рис. 2).

Анализ проведен для экспериментальных данных, представленных двумя (по состояниям S_0 – норма, S_1 – нарушение нормы) выборками периодических вибросигналов. Количество периодов – 64. Вибросигналы взяты из электронного архива и характеризуют состояние топливной системы дизельных агрегатов Д80 тепловозов ТГМ4 [6].



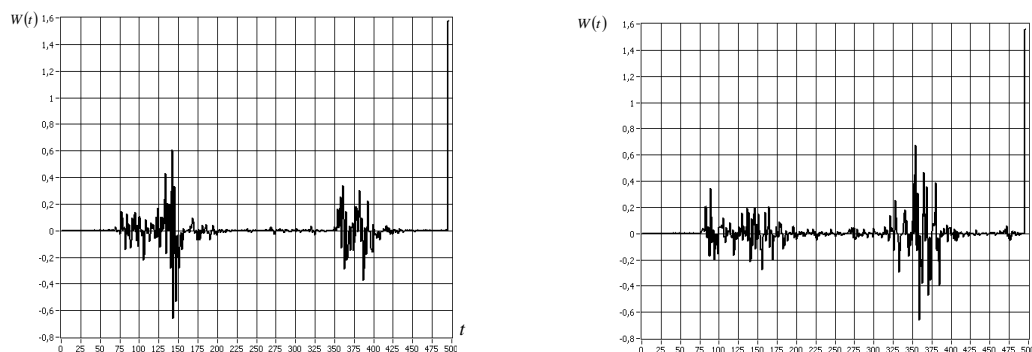


Рис. 2 – Преобразования $V(t)$ и $W(t)$ вибросигнала для а) рабочего (состояние S_0) и б) неисправного (состояние S_1) форсунки дизельных двигателей

Fig. 2 – Transformations $V(t)$ and $W(t)$ vibrations for a) working (state S_0) and b) faulty (state S_1) injectors of diesel engines

В табл. 1 приведены оценки средних отклонений СКО σ для $m=6$ информативных параметров $(x_1^{(k)}, \dots, x_6^{(k)})$, разбитых на два подмножества (при $k=0$ и $k=1$), соответствующих состояниям S_0 и S_1 . Каждое подмножество включает по две группы коэффициентов межспектральной корреляции $R_{\xi\eta}^{(a_l)}$, $R_{\xi\eta}^{(b_q)}$, при $l=\overline{1,3}$ и $q=\overline{1,3}$, для которых $R_a(\tau)$ и $R_b(\tau)$ меньше значения 0.2. Это соответствует началу, середине и концу интервалов значений масштаба и сдвига.

Результаты оценивания числовых характеристик (m и σ) информативных параметров (x_1, \dots, x_6) , позволяют сравнить их информационно-диагностическую значимость относительно известных F -параметров (статистик Фишера), полученных ковариационным преобразованием вибросигналов [7]. Адекватность такого сравнения обеспечена тем, что исходные вибросигналы получены для одного и того же объекта технической диагностики (топливная система дизельных агрегатов Д80 тепловозов ТГМ4), имеющего идентичные S_0 и S_1 технические состояния.

Таблица 1 – Числовые характеристики (m и σ) информативных параметров межспектральной корреляции

Table 1 – Numerical characteristics (m and σ) of informative parameters of inter-spectral correlation

Техническое состояние объекта контроля	Параметры преобразований вибросигналов						
	Параметры вейвлет-преобразований	Информативные параметры $X_I^{(k)}$ и оценки их числовых характеристик ($\Gamma = \overline{1,6}$)					
S_0 ($k=0$)	масштаб	$X_1^{(0)}$	$m = -0.9238$ $\sigma = 0.00319$	$X_2^{(0)}$	$m = -0.5395$ $\sigma = 0.0031$	$X_3^{(0)}$	$m = -0.3551$ $\sigma = 0.0119$
	сдвиг	$X_4^{(0)}$	$m = -0.5119$ $\sigma = 0.2236$	$X_5^{(0)}$	$m = -0.5806$ $\sigma = 0.269$	$X_6^{(0)}$	$m = -0.768$ $\sigma = 0.0555$
S_1 ($k=1$)	масштаб	$X_1^{(1)}$	$m = -0.9069$ $\sigma = 0.0053$	$X_2^{(1)}$	$m = -0.5231$ $\sigma = 0.0025$	$X_3^{(1)}$	$m = -0.3002$ $\sigma = 0.0071$
	сдвиг	$X_4^{(1)}$	$m = -0.5819$	$X_5^{(1)}$	$m = -0.605$	$X_6^{(1)}$	$m = -0.7319$

			$\sigma=0.1534$		$\sigma=0.1926$		$\sigma=0.1343$
--	--	--	-----------------	--	-----------------	--	-----------------

Расчет по данным табл. 2 соответствующих P_D (показатель достоверности), α (ошибка первого рода), β (ошибка второго рода) и \bar{R} (средний риск) для системы (не оптимальной фактически) из трех x_1, x_2, x_3 параметров межспектральной корреляции дала значения показателей эффективности диагностики (P_D, α, β и \bar{R}),

указывающих на более высокую информативность параметров x_1, x_2, x_3 . Результаты сравнения, подтверждающих увеличение достоверности P_D и снижение среднего риска \bar{R} , при использовании корреляционно-спектральной модели преобразований $V(t)$ и $W(t)$, представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Показатели эффективности диагностики для ковариационной и корреляционно-спектральной моделей анализа вибросигналов

Table 2 – Diagnostic efficiency indicators for the covariance and correlation-spectral models of vibration signal analysis

Модель информационного анализа	Показатели эффективности диагностики				
	δ	P_D	α	β	\bar{R}
Ковариационная (модель F -статистик)	$\delta_A=6.82675$	0.9996	0.00003	0.0009	0.000465
Корреляционно-спектральная (модель межспектральной корреляции $R_{\xi\eta}$)	$\delta_B=7.7052$	0.99994	0.00007	0.00005	0.00006

В табл. 2 представлены также результаты расчета между векторами $\bar{X}^{(0)}$ и $\bar{X}^{(1)}$ для двух вариантов системы информативных параметров:

а) δ_A – при использовании F -статистик ковариационного анализа [8],

б) δ_B – при использовании коэффициентов межспектральной корреляции $R_{\xi\eta}^{(a)}$ (по масштабу) и $R_{\xi\eta}^{(b)}$ (по сдвигу), когда $L=Q=1$.

Следует отметить, что модель дискриминации состояний S_0 и S_1 для информативных параметров $\{x_1, x_2, x_3\}$ была выбрана линейной (с усреднением дисперсий этих параметров), что соответствует линейной модели [8] геометрического расстояния между состояниями S_0 и S_1 в L -мерном пространстве F -статистик. Если же учесть неодинаковость дисперсий признаков $\{x_1, x_2, x_3\}$ по состояниям S_0 и S_1

(неодинаковость СКО в табл. 1), то модель дискриминации этих состояний должна быть квадратичной. Это еще больше усилит эффекты повышения достоверности P_D и снижения среднего риска диагностики, особенно, если дискриминация будет осуществляться по оптимизированной, по минимуму среднего риска, системе информативных корреляционно-спектральных параметров $\{R_{\xi\eta}\}$.

Табл. 2 указывает еще на одну информационно значимую особенность системы информативных параметров x_1, x_2, x_3 а, следовательно, всех возможных корреляционно-спектральных параметров – резкое снижение риска второго рода β ($0.00005 \ll 0.0009$). Это означает увеличение статистической мощности $(1-\beta)$ правила принятия любых диагностических решений, особенно, для задач контроля предаварийных ситуаций,

когда недопустим пропуск технически ненормативного состояния S_1 .

Выводы. Таким образом, корреляционный анализ вейвлет-спектров двумерной системы случайных V и W статистик позволил оптимизировать математическую модель коэффициента межспектральной корреляции, несущего диагностическую информацию об изменениях вейвлет-спектра нестационарных вибросигналов. В статье доказана возможность увеличения ожидаемого количества информации при вибродиагностике за счет учета эффектов спектральной нестационарности

вибросигналов. Разработанная система информативных параметров, на основе двумерной (по масштабу и сдвигу) модели коэффициента межспектральной корреляции для V и W статистик, показала высокую контрольно-диагностическую эффективность при исследовании состояния топливной системы дизеля.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы МОН Украины «Повышение точности информационно-измерительных и управляющих систем средствами бездемонтажного тестового контроля» (ДР №0106U001514).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Щапов П. Ф. Синтез двумерных диагностических параметров при ковариационном анализе трехмерных вейвлет-преобразований вибросигналов / П. Ф. Щапов, Р. П. Мигущенко // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2013. – №3. С. 69 – 75.

[2] Мигущенко Р. П. Формирование системы корреляционно- спектральных информативных параметров нестационарных вибросигналов / Р. П. Мигущенко, О. Ю. Кропачек, А. Л. Хрипунова, И. М. Коржов // Матеріали 17-ої міжнародної науково-технічної конференції “Проблеми інформатики та моделювання”. – Одесса. – 2017. С. 3.

[3] Kim K. A. wavelet-based method for action potential detection from extracellular neural signal recording with low signal-to-noise ratio / K. Kim, S. Kim // IEEE Trans, on Biomed. Eng. 2003, Vol. 50, № 8, pp. 999 - 1011.

[4] Шитов А. Б. Разработка численных методов и программ, связанных с применением вейвлет-анализа для моделирования и обработки экспериментальных данных: дис. канд. техн. наук: 05.13.18 / А. Б. Шитов. – Иваново, 2001. – 124 с.

[5] Morlet J. Sampling Theory and Wave Propagation in NATO ASI Series. Issues in Acoustic signal. Image processing and recognition. Berlin, SIAM J. Math. Anal., 1983, Vol. 1, pp. 233–261.

[6] Мигущенко Р. П. Оптимизация пространства диагностических параметров при вейвлет-преобразованиях вибросигналов / Р. П. Мигущенко // Вестник БГТУ им. Шухова. – Белгород. – 2014. – №3. С. 153 – 157.

[7] Мигущенко Р. П. Експериментальна перевірка моделі оптимізації простору діагностичних параметрів при вейвлет-перетвореннях вібросигналів дизельних агрегатів / Р. П. Мигущенко // Вісник Національного транспортного університету. – Київ. –2013. – №28. – С. 343 – 350.

[8] Мигущенко Р. П. Структурно-алгоритмічна оптимізація систем вібродіагностики за критерієм мінімуму імовірності помилки / Р. П. Мигущенко // Метрологія і прилади. – 2014. – №1. – С. 168 – 171.

REFERENCES

[1] P.F. Shhapov, R.P. Migushhenko. *Sintez dvumernyh diagnosticheskikh parametrov pri kovariacionnom analize trehmernyh vejvlet-preobrazovanij vibrosignalov* [in Russian: Synthesis of two-dimensional diagnostic parameters at covariance analysis of three-dimensional waveform-vibration triggers]. *Informacijni tehnologii ta komp'juterna inzhenerija* [Information Technology and Computer Engineering], 2013, No. 3, pp. 69-75.

[2] R. P. Migushhenko, O. Ju. Kropachek, A. L. Hripunova, I. M. Korzhov. *Formirovanie sistemy korrelyacionno- spektral'nyh informativnyh parametrov nestacionarnyh vibrosignalov* [in Russian: Formation of correlation-spectral informational parameters of nonstationary vibration signals]. *Materiali 17-oї mizhnarodnoї nauково-tehnichnoї konferencії “Problemi informatiki ta modeljuvannja”* [Materials of the 17th International Scientific and Technical Conference "Problems of Informatics and Modeling"]. Odessa, 2017, p. 3.

[3] Kim K. A. wavelet-based method for action potential detection from extracellular neural signal recording with low signal-to-noise ratio / K. Kim, S. Kim // IEEE Trans, on Biomed. Eng. 2003, Vol. 50, № 8, pp. 999 - 1011.

[4] Shitov A. B. *Razrabotka chislennyh metodov i programm, svjazannyh s primeneniem vejvlet-analiza dlja modelirovanija i obrabotki jeksperimental'nyh dannyh* [in Russian: Development of numerical methods and

software, experimental data generation and processing for wavelet analysis]: dis. kand. tehn. nauk: 05.13.18. Ivanovo, 2001, 124 p.

[5] Morlet J. Sampling Theory and Wave Propagation in NATO ASI Series. Issues in Acoustic signal. Image processing and recognition. Berlin, SIAM J. Math. Anal., 1983, Vol. 1, pp. 233–261.

[6] Migushhenko R. P. *Optimizacija prostranstva diagnosticheskikh parametrov pri vejbvlet-preobrazovanijah vibrosignalov* [in Russian: Optimization of space diagnostics parameters in vibrational-vibration dampers] Vestnik BGTU im. Shuhova [Bulletin of BSTU. Shukhov]. Belgorod, 2014, No. 3, pp. 153 – 157.

[7] Migushhenko R. P. *Ekspериментал'na perevirka modeli optimizacii prostoru diagnostichnih parametrov pri vejbvlet-peretvorennjah vibrosignaliv dizel'nih agregativ* [in Russian: Experimental verification of the model of optimization of the space of diagnostic parameters at wavelet transforms of vibration signals of diesel aggregates]. Visnik Nacional'nogo transportnogo universitetu [Bulletin of the National Transport University]. Kiev, 2013, No. 28, pp. 343 – 350.

[8] Migushhenko R. P. *Strukturno-algoritmichna optimizacija sistem vibrodiagnostiki za kriterium minimumu imovirnosti pomilki* [in Russian: Structural-algorithmic optimization of vibration diagnostics systems on the criterion of minimum probability of error]. Metrologija i priladi [Metrology and Instruments], 2014, No. 1, pp. 168-171.

ВЫБОР СИСТЕМЫ ИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ДИСКРИМИНАЦИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СОСТОЯНИЙ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЯ

Кропачек Ольга Юрьевна, к.т.н., доцент, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина, kropachek@ukr.net

ДИСКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛІ ЖҮЙЕСІНІҢ АЛДЫНДАҒЫ ШАРТТАРЫН ОРЫНДАЛУҒА АРНАЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ ПАРАМЕТРЛЕР ЖҮЙЕСІН ТІРКЕУ

Кропачек Ольга Юрьевна, т.ғ.к., доцент, «Харьков политехникалық институты» Ұлттық техникалық университеті, Харьков қ., Украина, kropachek@ukr.net

Аңдатпа. Жергілікті күрделі өндірістік процестер агрегаттары білдіретін өлшеуіш сигналдар динамикалық объектілерді ұзақ мерзімді функционалдық тұрақтылық туралы маңызды ақпаратты асырады. Алайда, априори белгісіз ықтималдық үлгілерімен сигналдарды мұндай ақпаратты табуға тұрақсыздық - бұл проблема болып табылады. Оның мүмкін шешім - байқау уақытында елеулі шектеулердің бар сигналдарды ақпараттық технологиялар параметр және стандарттау кездейсоқ спектрлік өзгерістер құру. Бұл технологиялар өнеркәсіп, көлік, технологиялық объектілерді функционалдық мемлекеттердің мониторинг және диагностика үшін шешім қабылдау қатерін азайту. кездейсоқ оюлармен анықтау үлгілері тұрақсыздығы - проблемалық учаскелерін анықтау және априори белгісіздік жағдайында ақпараттық компьютерлендірілген жүйесін оңтайлы синтездеу көптеген проблемаларды шешуге ықпал ететін, динамикалық объектінің функционалдық қасиеттері туралы түбегейлі жаңа мәліметтерін алу болып табылады.

Түйінді сөздер: дизель, дискриминант функциясы, статистика, дисперсия, спектральды ыдырау, корреляция

Статья поступила в редакцию 09.10.17. Актуализирована 15.11.17. Принята к публикации 24.11.17